

УДК 519.681

КОММЕНТАРИЙ К РАБОТАМ Л.В.КАНТОРОВИЧА ПО КРУПНОБЛОЧНОМУ  
ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Л.Т.Петрова

В обширном списке работ Леонида Витальевича девять относятся к крупноблочному программированию (см. библиографию). Идеи, высказанные в этих работах, предвосхитили развитие программирования по меньшей мере на четверть века. Эти идеи заложили основы крупноблочной школы программирования, созданной Л.В.Канторовичем в Ленинграде в 1954 году. Работа школы протекала весьма активно в 50-60-е годы, но она находилась вне основного русла развития традиционного (фон-Неймановского) программирования, что, естественно, затрудняло развитие этих идей. Школа следовала математическому направлению, которое связывается сейчас, в частности, с функциональным стилем и проявляется также в других подходах, когда проблемы программирования все теснее начинают увязываться с математическими представлениями, результатами и теориями.

Первыми по времени написания были три работы 1956 года [1-3], кратко излагающие основы идеологии и содержащие сообщения о первых реализациях крупноблочных систем автоматизации программирования - о первых "прорабах". Одна из заметок [2] представляет тезисы сообщения на Третьем Всесоюзном математическом съезде.

Характерной особенностью крупноблочных систем являлось то, что они оперировали не с индивидуальными числами и символами, а с величинами - укрупненными агрегированными информационными объектами. Такие укрупненные структуры данных (матрицы, векторы, последовательности, деревья, схемы и т.д.)

выступали как целое в вычислительных планах; стандартные способы обработки отдельных элементов величин выполнялись автоматически на нижних уровнях. Это вносило иерархическую структуру в языки программирования, освобождая верхние уровни от ненужной детализации. Отметим следующий принципиальный момент. С каждой величиной при вводе ее в машину связывались три характеристики, выделялись три ее стороны:

1) имя,

2) справка (информация о типе и структуре величины, о ее размещении в машинной памяти),

3) запись (т.е. значение, фактическое представление элементов величины, ее денотат).

Так очень естественно уже на первых шагах были отчетливо введены в рассмотрение синтаксический, смысловой и интерпретационный уровни информационных объектов, и объект рассматривался "объемно", как целостное единство этих компонент.

Существенно, что и сам вычислительный процесс мыслился при этом также "объемным", протекающим одновременно либо попеременно на каждом из этих уровней. Хорошо известно, что громоздкие и трудоемкие вычисления часто чрезвычайно упрощаются при переходе на другой уровень. Представляется, что в разумной стратегии переходов с одного уровня на другой кроется значительный резерв экономичности вычислений. Внимание этому уделялось уже в первых прорабах (транспонирование матрицы и другие преобразования на уровне справки и т.п.). В дальнейшем вопросы экономичности рассматривались в связи с реализацией в прорабах вычислений с задержкой. На этой же уровневой основе была создана оригинальная теория и методология трансляции, тесно сочетающая компиляцию и интерпретацию. Следует отметить ту особенность крупноблочных систем, что универсальные средства усиления выразительности включались в языки под строгим контролем экономичности вычислений.

К 1957 году относятся две основные работы Л.В.Канторовича по программированию - это заметка в Докладах АН СССР [4] и развернутая статья [5], написанная по следам сообщения на сессии Академии наук Армянской ССР.

Другим фундаментальным информационным объектом, который Л.В.Канторович ввел в рассмотрение наряду с величинами, были абстрактные схемы. Вместо обычных формул

со скобками предлагается запись связей и зависимостей математических объектов в виде расчлененной схемы типа

$$K = K_1 K_2 \dots K_n$$
$$K_1 = \dots$$
$$\dots$$

Здесь  $K$  и  $K_i$  являются элементами некоторого нумерованного множества, образованного из математических объектов различной природы (числа, матрицы, функции и т.п.). Схема выражает систему отношений между объектами.

Каждая строка вида

$$K = K_1 K_2 \dots K_n$$

означает, что объект  $K$  определяется системой объектов  $K_1, K_2, \dots, K_n$ , при этом элемент  $K$  называется результатом, а  $K_1, K_2, \dots, K_n$  - аргументами. Рассматривается отношение непосредственной подчиненности между результатом и его аргументами, вводится важное понятие явной схемы. Отмечается возможность анализа и преобразования абстрактных схем на синтаксическом уровне. На семантическом уровне рассматривается отношение совместности аргументов, вводится понятие решения схемы, рассмотрены преобразования схем по схемным тождествам (по образцам). Указывается возможность применения схемной символики в качестве языка программирования со своей методикой трансляции.

В 1968 году была напечатана статья [6], в которой описаны и проанализированы опубликованные к тому времени работы крупноблочной школы (библ. 40 названий). Здесь намечены перспективы развития этого направления.

Работы 1974 года [7-9] посвящаются обсуждению настоятельной необходимости комплексного системного подхода к взаимосвязанному развитию таких областей знания, как

- 1) математическое моделирование и анализ решения задач,
- 2) численные методы и алгоритмы,
- 3) программирование,
- 4) разработка вычислительной техники.

Одним из средств подобного согласования могут служить крупноблочные формы описания и машинной реализации вычислительных процессов. Большое внимание уделяется роли массовых операций в вычислениях.

Несомненно, что многие решения, найденные в крупноблочной схемной символике, актуальны и сегодня. Схемы Канторовича, модельный (уровневый) подход, методы трансляции, многие другие принципы, опробованные в крупноблочных системах, должны найти свое применение и дальнейшее развитие в нарождающихся новых подходах. Снова и снова удивляешься силе и глубине творческой мысли Леонида Витальевича, позволившей ему 30 лет назад верно представить принципиальные пути развития зарождающейся науки и немало сделать в этом направлении. В целом же значение подхода, развитого Л.В.Канторовичем, не ограничивается решением отдельных, пусть и очень важных задач. Здесь намечались пути и развивалась методология привлечения компьютеров к участию в самых различных областях интеллектуальной деятельности человека.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Канторович Л.В. Перспективы развития и использования электронных счетных машин // Математика. Т.1. - М.: Изд-во АН СССР, 1956. - С.382-390.
2. Канторович Л.В., Петрова Л.Т. О математической символике, удобной при вычислениях на машинах // Тр. III Всесоюзного съезда математиков. Т.2. - М.: Изд-во АН СССР, 1956. - С.151.
3. Канторович Л.В., Петрова Л.Т., Яковлева М.А. Об одной системе программирования // Тр. конф. "Пути развития советского машиностроения и приборостроения". Ч.3. - М., 1956. - С.30-36.
4. Канторович Л.В. Об одной математической символике, удобной при проведении вычислений на машинах // Докл. АН СССР. - 1957. - Т.113, № 4. - С.738-741.
5. Канторович Л.В. О проведении численных и аналитических вычислений на машинах: Доклад на сессии АН АрмССР // Изв. АН АрмССР. Сер. физ.-мат. наук. - 1957. - Т.10, № 2. - С.3-16.
6. Канторович Л.В. Перспективы работы в области автоматизации программирования на базе крупноблочной системы // Тр. Мат. ин-та АН СССР. - 1968. - Т.96. - С.5-15.

7. Канторович Л.В., Петрова Л.Т., Фет Я.И. Комплексный подход к реализации массовых вычислений // Оптимизация. - 1974. - Вып. 13(30). - С.5-11.
8. Канторович Л.В. Перспективы крупноблочного подхода в прикладной математике, программировании и вычислительной технике // Зап. науч. семинаров ЛОМИ. - 1974. - Т.48. - С.5-11.
9. Канторович Л.В. Перспективы крупноблочного подхода в прикладной математике, программировании и вычислительной технике // Численные методы и автоматическое программирование. - Л.: Наука, 1974. - С.5-12.

Поступила в ред.-изд. отдел  
01.04.1987 г.